



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE MISIONES



FACULTAD
DE INGENIERÍA
UNaM

2024 - año de la defensa de la vida, la libertad y la propiedad

ACTUADORES ELECTROMECAÑICOS

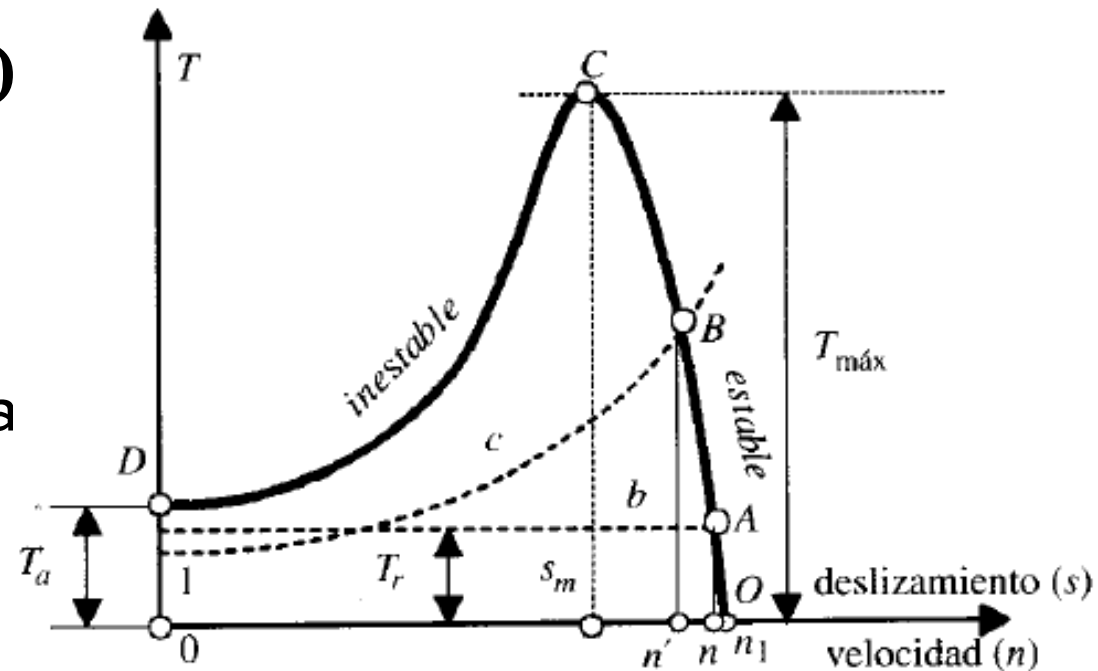
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



MOTOR ASICRONICO TRIFASICO

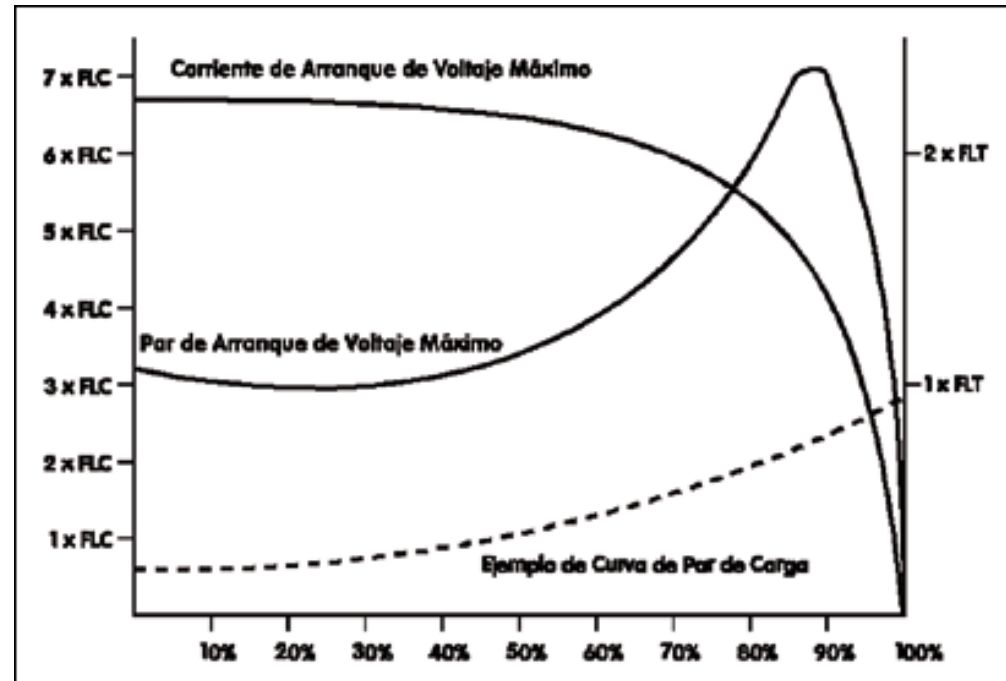
Régimen del motor (curva par-velocidad)

- **Punto A:** régimen asignado o nominal.
- **Punto C:** funcionamiento con par máximo.
- **Punto D:** régimen de arranque.



MOTOR ASICRONICO TRIFASICO

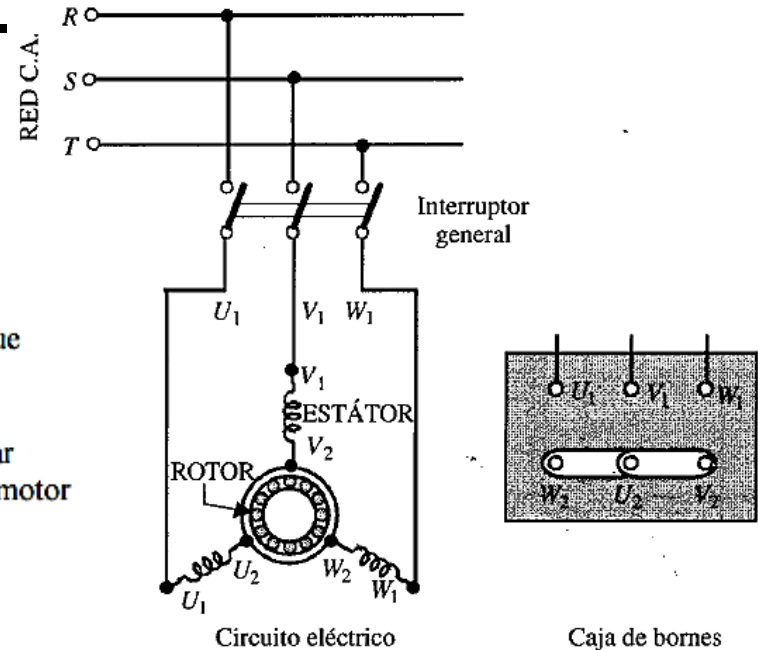
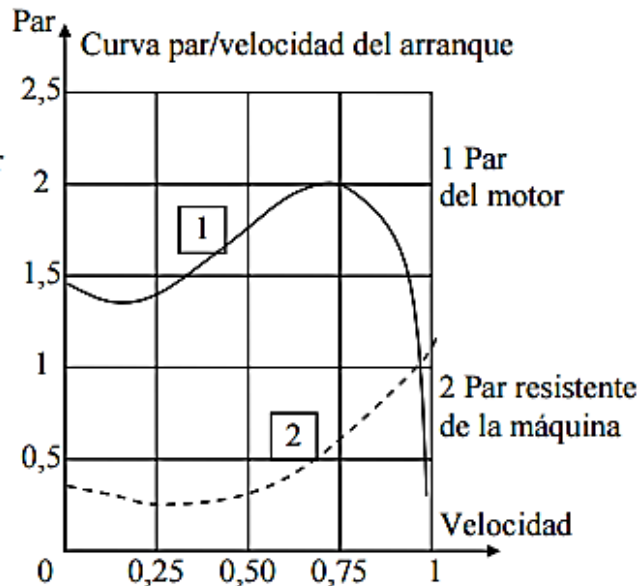
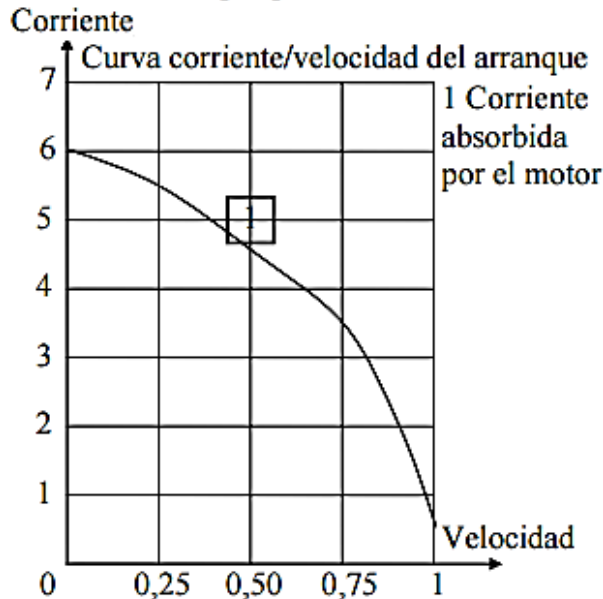
- **Arranque de motores jaula de ardilla:** Cuando se conecta un motor de estas características directamente a la red, éste absorbe una intensidad muy fuerte de la línea en el momento del arranque, lo que puede afectar no sólo a la duración de los aparatos de conexión, sino a las líneas que suministran energía eléctrica.



ARRANQUE DE MOTORES JAULA

▶ **Arranque directo:** se emplea en motores de potencia pequeña (hasta 5KW).

➤ **Curvas de par y corriente en función de la velocidad del motor.**

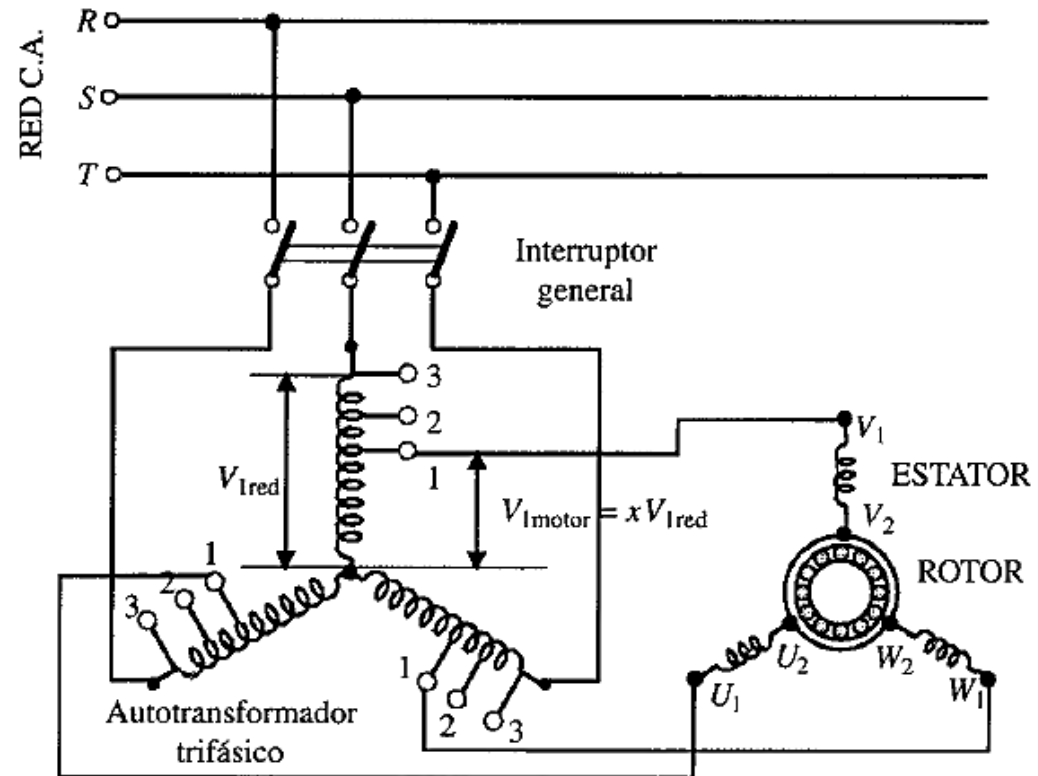


Esquema eléctrico del arranque directo.



ARRANQUE DE MOTORES JAULA

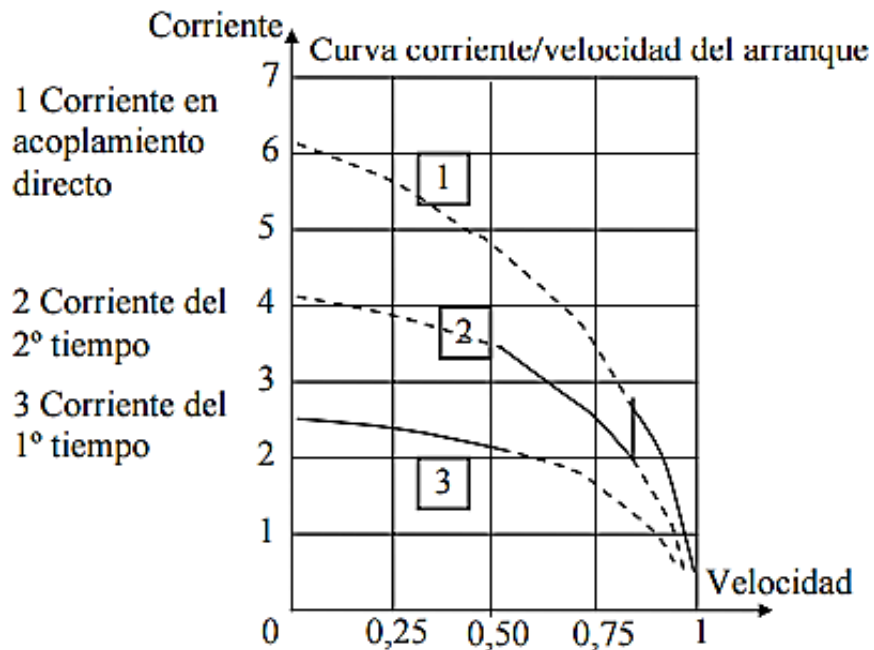
- Arranque por autotransformador:**
 se intercala un auto transformador entre la red y el motor de tal manera de ir inyectando en forma gradual fracciones de la tensión asignada del motor.



Esquema eléctrico del arranque con autotransformador.



ARRANQUE DE MOTORES JAULA



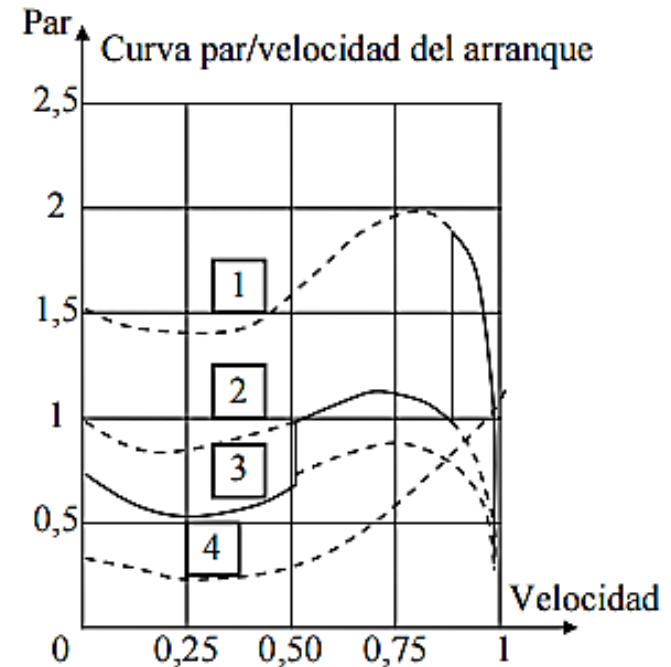
➤ **Curvas de par y corriente en función de la velocidad del motor.**

1 Par motor (directo)

2 Par del 2° tiempo

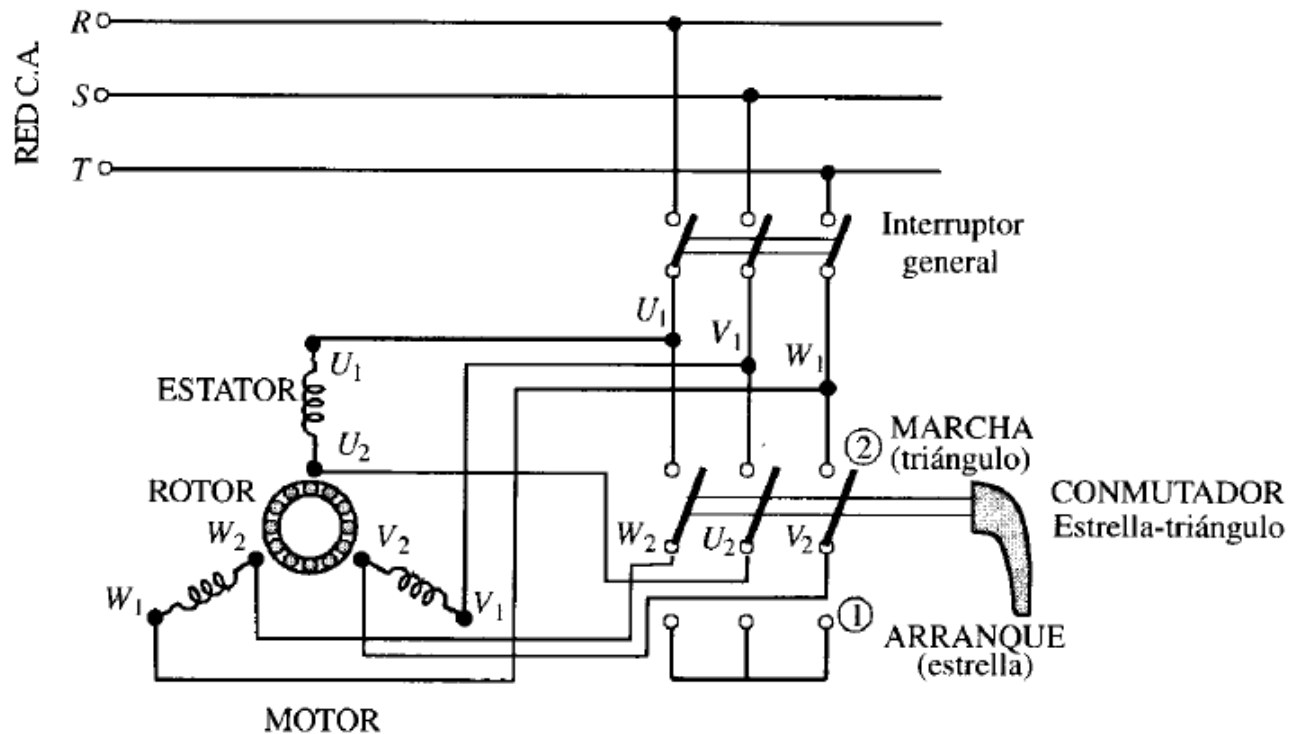
3 Par del 1° tiempo

4 Par resistente de la máquina



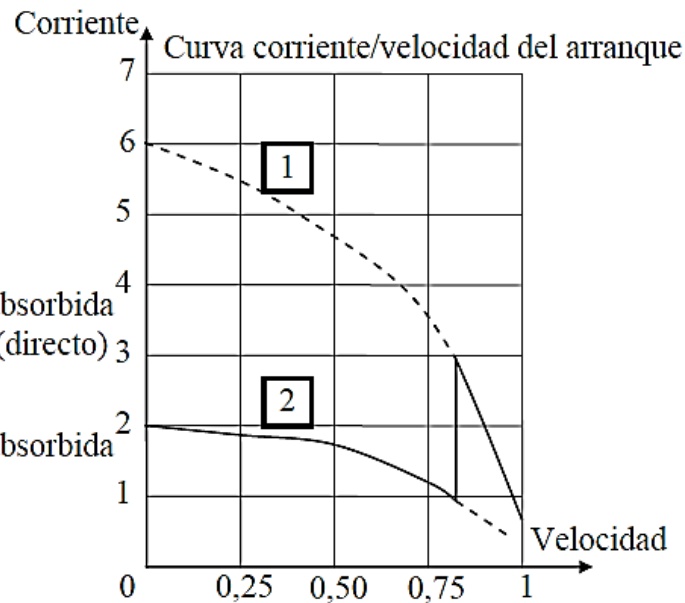
ARRANQUE DE MOTORES JAULA

- **Arranque estrella-triángulo:** en este arranque el motor toma una tensión a la asignada menor en el modo estrella y en triángulo toma la tensión directa. Para llevar a cabo este arranque se utilizan contactares y elementos de control.



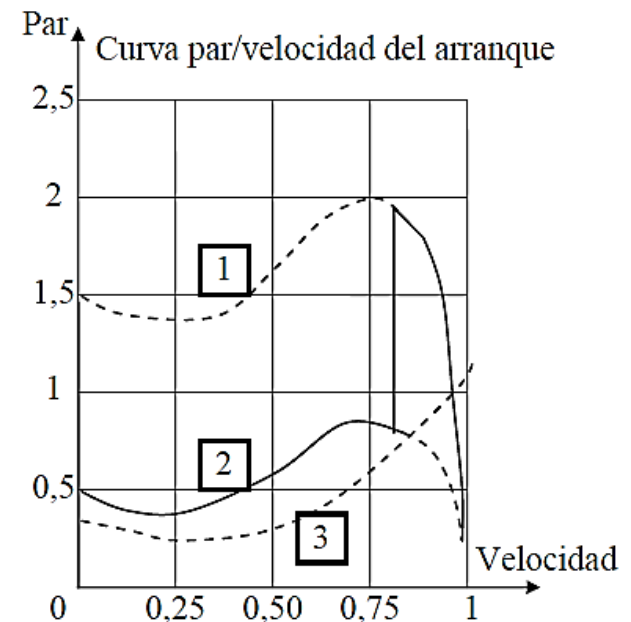
ARRANQUE DE MOTORES JAULA

➤ **Curvas de par y corriente en función de la velocidad del motor.**



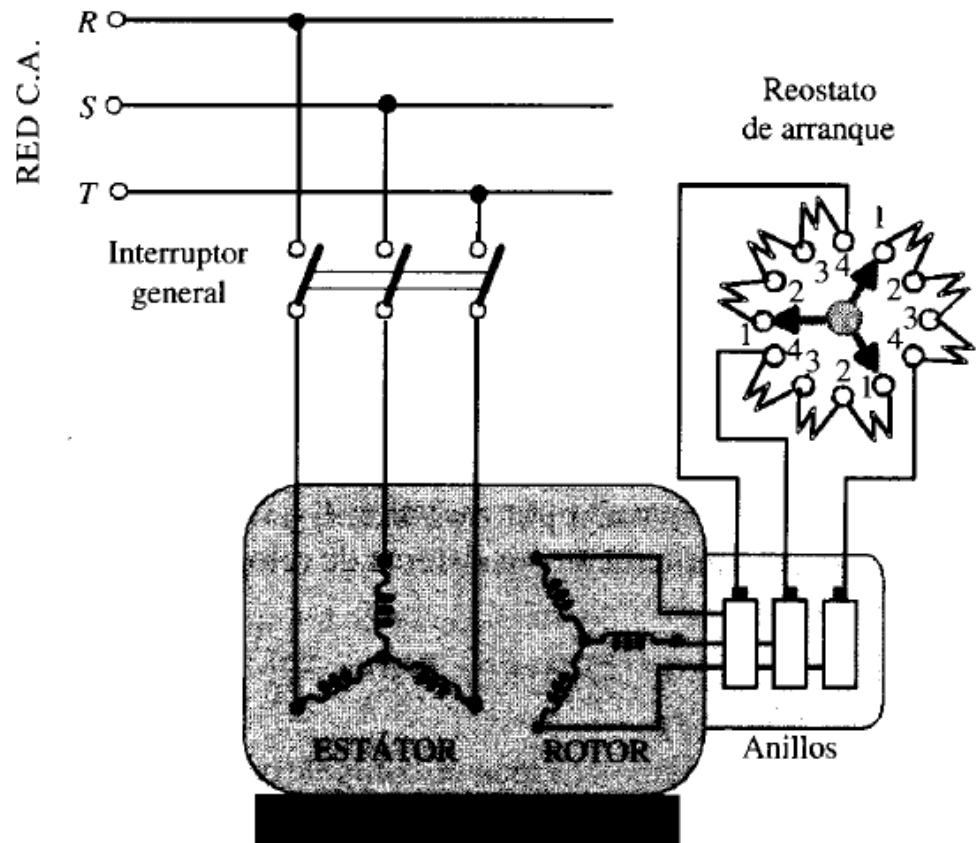
1 Par en triángulo

2 Par en estrella
3 Par resistente de la máquina



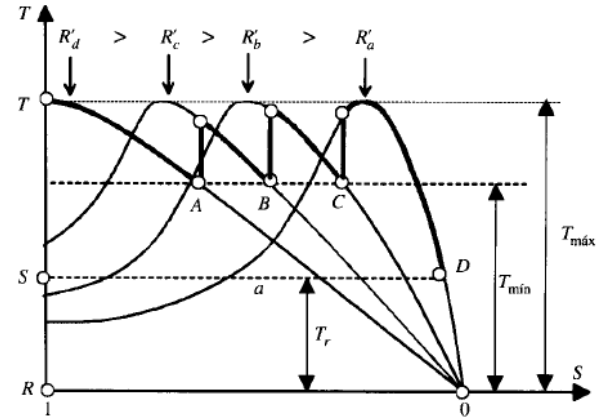
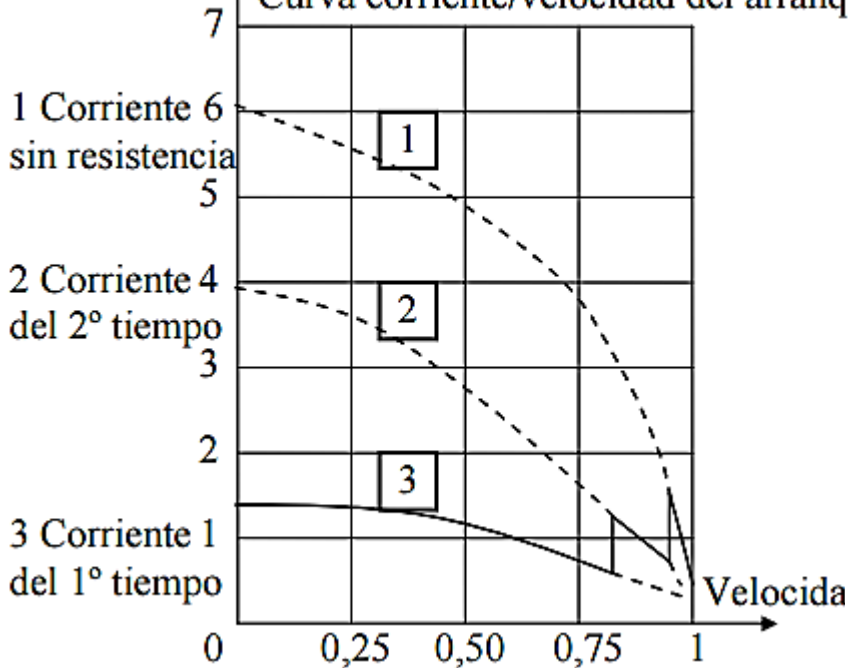
MOTOR ASICRONICO TRIFASICO

- **Arranque de rotor bobinado:** en el arranque de rotores bobinados podemos reducir la corriente de arranque introduciendo resistencias en cada una de las fases del rotor



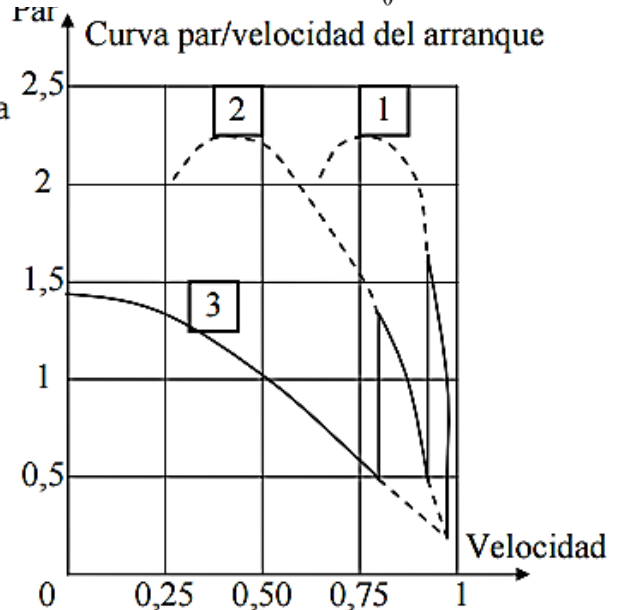
ARRANQUE DE MOTORES ROTOR BOBINADO

Corriente
Curva corriente/velocidad del arranque



Curva par/velocidad del arranque

- 1 Par sin resistencia
- 2 Par del 2º tiempo
- 3 Par del 1º tiempo

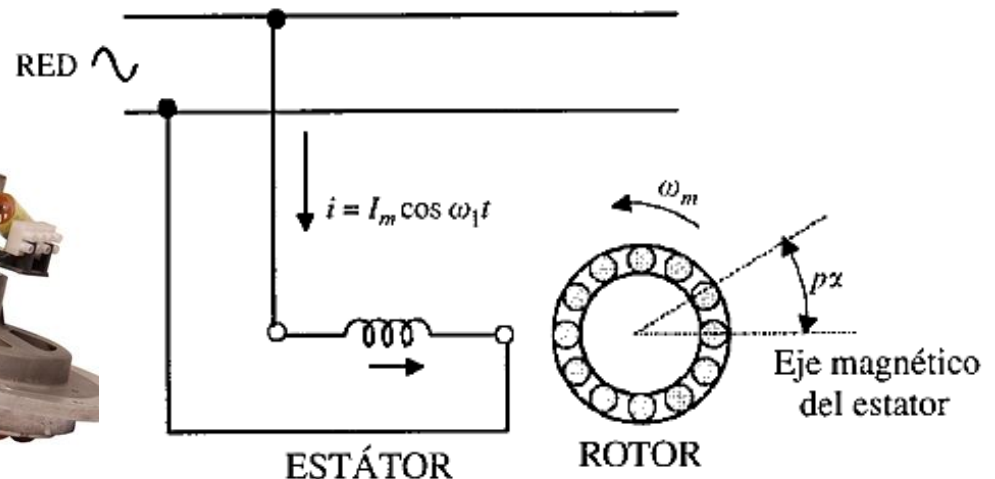


➤ **Curvas de par y corriente en función de la velocidad del motor.**



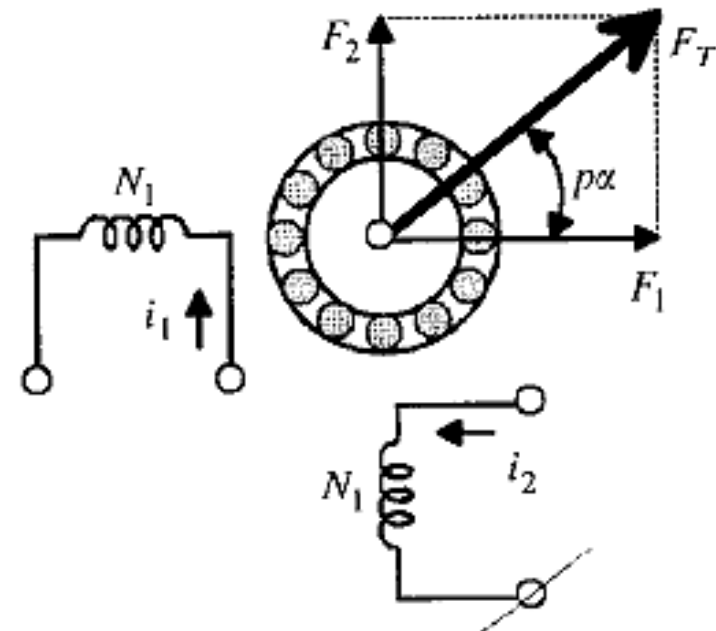
MOTOR ASINCRONO MONOFASICO

- Basicamente estos motores están formados por un rotor jaula de ardilla y un estator con un devanado alimentado por una red monofásica.
- Normalmente estos motores se fabrican para potencia menores a 1CV y su aplicaciones son mas bien domesticas (lavarropas, ventiladores bombas, etc).



MOTOR ASINCRONO MONOFASICO

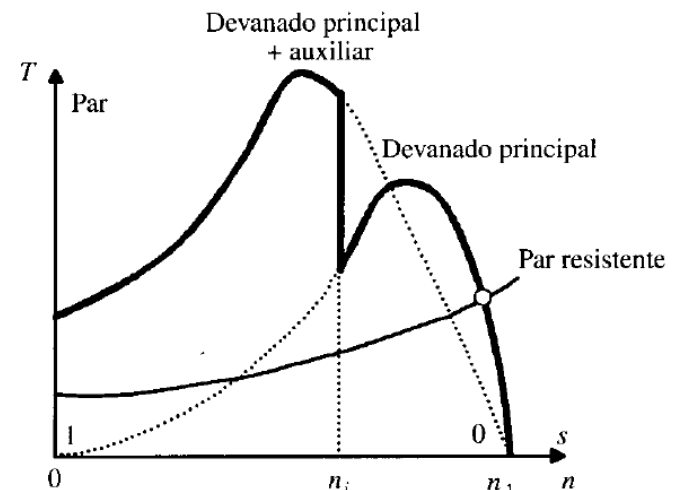
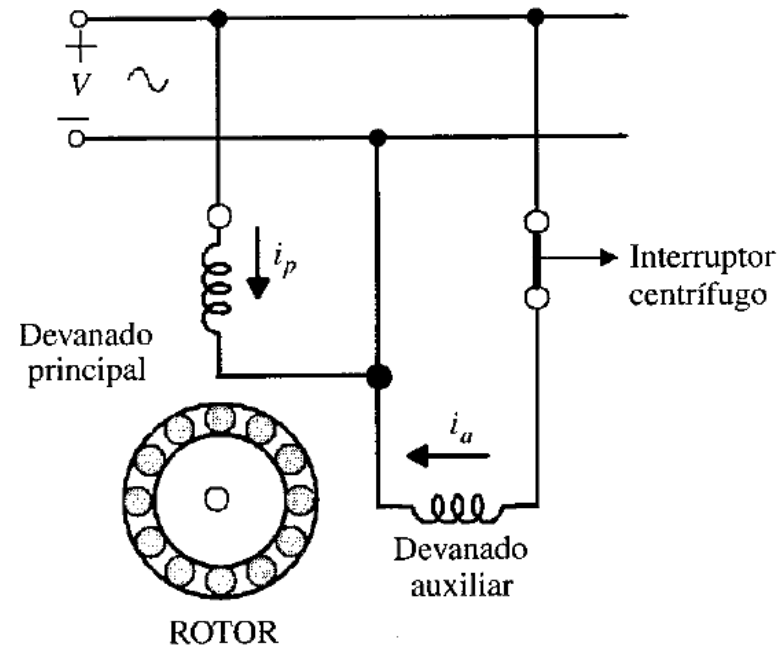
- El problema principal de estos motores es que su par de arranque es nulo por lo tanto para arrancar un motor monofásico es necesario obtener dos campos giratorios de diferentes características.



MOTOR ASINCRONO MONOFASICO

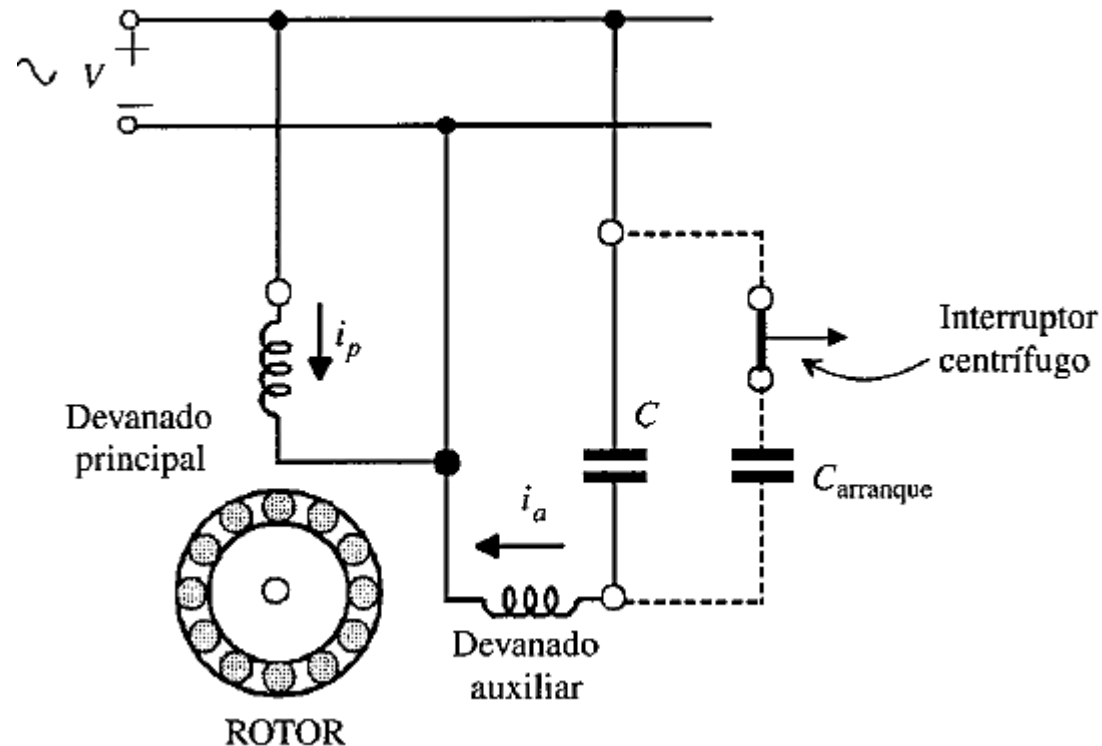
Procedimiento de arranque de motores monofásicos:

- Motor de fase partida:** en este caso el motor tiene dos devanados desfasados 90° eléctricos. El primer devanado (devanado principal) cubre $2/3$ de las ranuras y tiene una alta reactancia y baja resistencia, mientras que el otro (devanado auxiliar) cubre el resto y tiene una alta resistencia y baja reactancia y a su vez esta conectado a un interruptor centrífugo.



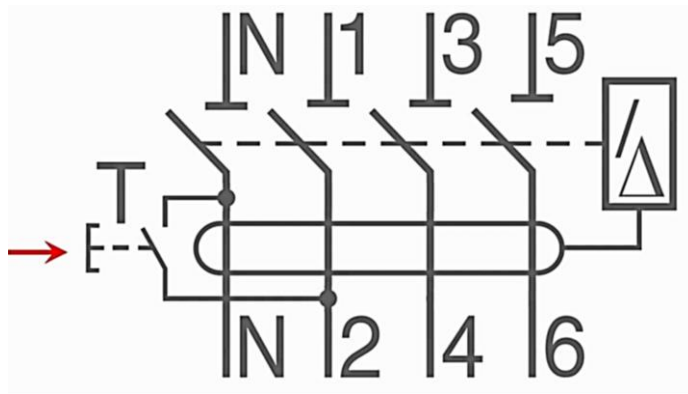
MOTOR ASINCRONO MONOFASICO

- Motor con arranque por condensador:** en este tipo de motor el devanado auxiliar lleva un condensador. El condensador puede trabajar en forma continua (condensador impregnado en papel) o solo en el arranque (condensador electrolítico).

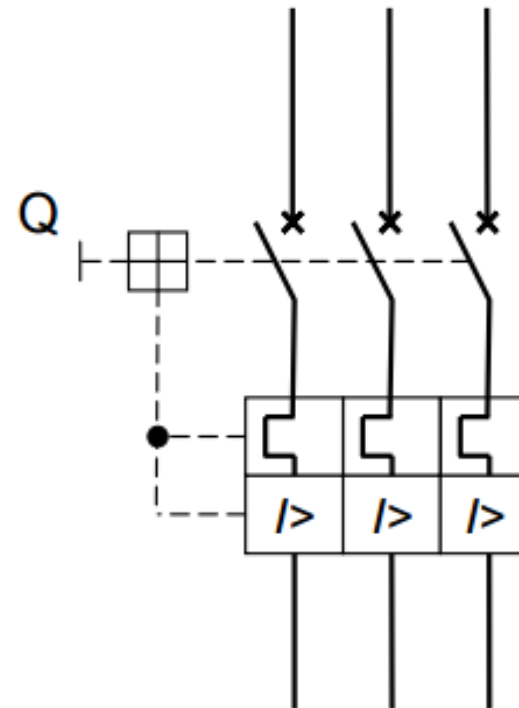


CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- **Algunas simbologías a tener en cuenta:**
- Interruptor automático. Disyuntor



Interruptor Diferencial

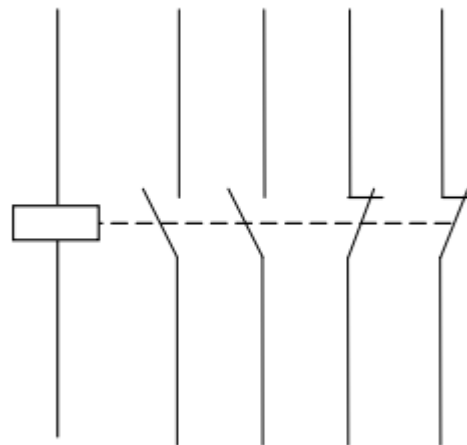


Interruptor
Termomagnético

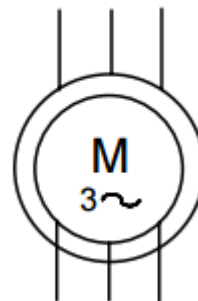


CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

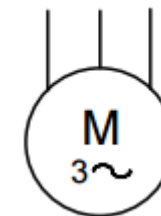
- **Relés:**



- **Motores:**



Motor rotor bobinado

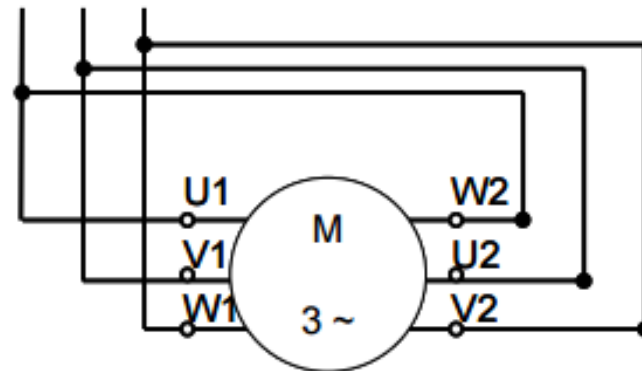
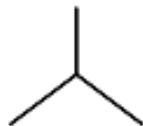
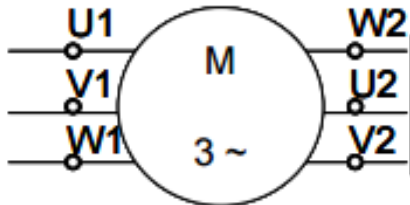


Motor jaula de ardilla



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- **Conexión de los bobinados del motor:**



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- **Generador síncrono en e:**

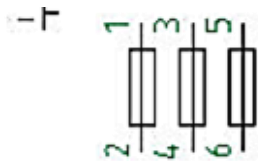


- **neutro accesible:**

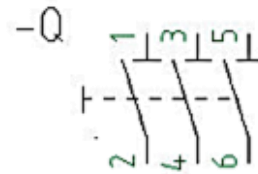
- **Transformadores:**



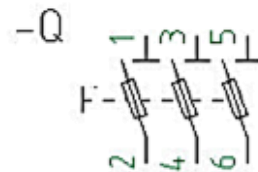
CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION



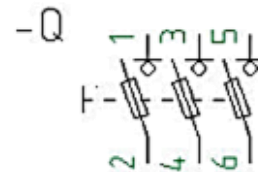
Fusibles. Protegen el circuito frente cortocircuitos y se colocan en cabecera de la línea o del receptor. Tienen un alto poder de corte por lo que aseguran una protección fiable a bajo coste.



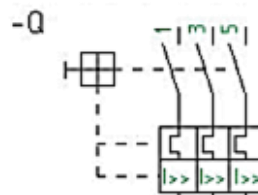
Seccionador. Nos permiten separar una parte de la instalación. No pueden abrir el circuito en carga y el corte debe ser visible.



Seccionador fusible. Combina las propiedades de ambos componentes, protección contra cortocircuitos y seccionamiento visible de la instalación.



Interruptor seccionador fusible. Permite la apertura en carga de la instalación, a la vez que protege y secciona.



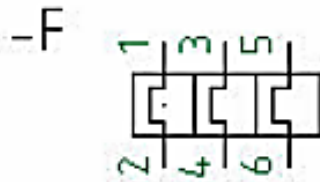
Guardamotor. Interruptor magnetotérmico con la curva térmica regulable que se adapta a la curva de funcionamiento del motor que protege, mientras que la parte electromagnética protege frente cortocircuitos.



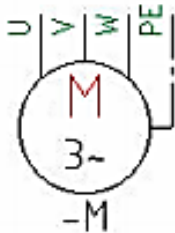
CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION



Contactor. Contactos principales del contactor. Es el encargado de realizar la conexión y desconexión del circuito en carga.



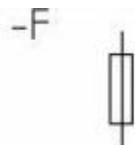
Relé térmico. Protege la instalación contra sobrecargas continuadas. Suelen tener una regulación de la intensidad para ajustarlo a las características del motor que protege.



Motor trifásico. Receptor por excelencia. Existen varios tipos en función de las características de tensión y la conexión del motor.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION



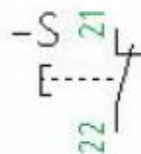
Fusible de protección para el circuito de mando, protegen frente cortocircuitos.



Interruptor electromagnético. Actúa cuando la intensidad supera el valor nominal del dispositivo. Protege contra cortocircuitos.



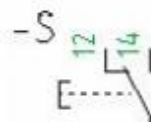
Interruptor magnetotérmico. Protege frente a sobrecargas y cortocircuitos.



Pulsador NC. Pulsador normalmente cerrado. Al pulsarlo se abren los contactos y al soltarlo se vuelven a cerrar.



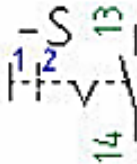
Pulsador NA. Pulsador normalmente abierto. Al pulsarlo se cierran los contactos y al soltarlo vuelven a abrirse.



Pulsador conmutado. Al pulsarlo se abre un contacto y se cierra el otro, volviendo a su situación original al soltarlo.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION



Selector rotativo de 2 posiciones. De posición mantenida.



Pulsador de parada de emergencia. Seta de emergencia de accionamiento manual con enclavamiento mecánico.



Contacto auxiliar NC. Se identifican los bornes con 2 cifras, siendo las últimas (.1 y .2) la que indica la función.



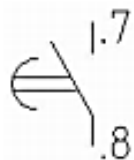
Contacto auxiliar NA. Se identifican los bornes con 2 cifras, siendo las últimas (.3 y .4) las que indica la función.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION



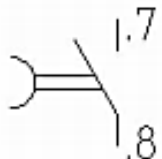
Contacto NC temporizado al trabajo. La segunda cifra indica la función (.5 y .6)



Contacto NA temporizado al trabajo. La segunda cifra indica la función (.7 y .8)



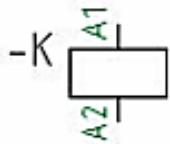
Contacto NC temporizado al reposo. La segunda cifra indica la función (.5 y .6)



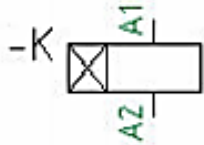
Contacto NA temporizado al reposo. La segunda cifra indica la función (.7 y .8)



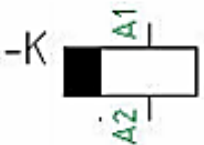
CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION



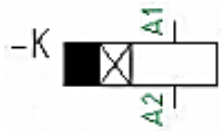
Bobina de contactor. Símbolo general.



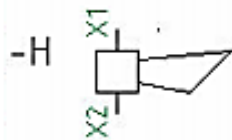
Bobina de contactor. Temporización al trabajo.



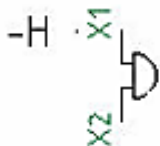
Bobina de contactor. Temporización al reposo.



Bobina de contactor. Temporización al trabajo y al reposo.



Avisador acústico. Bocina.



Avisador acústico. Timbre.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- Consideraciones a tener en cuenta para el armado de circuitos:
- Según la norma EN-UNE los aparatos utilizados en automatismos se identificarán mediante un conjunto de 3 cifras y letras:

Designación		
1ª	Letra	indica el tipo de aparato
2ª	Cifra	Indica su número dentro del esquema
3ª	Letra	Indica su función

Ejemplo de aplicación	
K	Contactador (tabla de tipos de aparatos)
2	Contactador nº 2 dentro del esquema
M	Principal (tabla de funciones)

Así un el contactor principal nº 2 de un esquema se identificará mediante **K 2 M**.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

También es muy utilizada la norma IEC-CEI similar a la anterior, sólo que cambia el orden poniéndose primero las letras que indican el tipo de aparato y la función, seguidas del número identificativo.

Descripción	EN-UNE	IEC-CEI
Contactador Principal 3	K 3 M	K M 3
Contactador Auxiliar 2	K 2 A	K A 2

Tabla de designación de tipos de aparatos

DESIGNACIÓN DEL TIPO DE APARATO		
Letra	Tipo de aparato	Ejemplo de aplicación
A	Grupos constructivos y partes	Amplificadores, amplificadores magnéticos, láser, máser, combinaciones de aparatos
B	Convertidores de magnitudes no eléctricas a eléctricas y viceversa	Transductores, sondas térmicas, termocélulas, células fotoeléctricas, dinamómetros, cristales piezoeléctricos, micrófonos, altavoces, aparatos de campo giratorio
C	Condensadores	
D	Dispositivos de retardo, de memoria y elementos binarios	Conductores de retardo, elementos de enlace, elementos monoestables y biestables, memorias de núcleos, registradores, memorias de disco, aparatos de cita magnética
E	Diversos	Instalaciones de alumbrado, calefacción y otras no indicadas
F	Dispositivos de protección	Fusibles, descargadores de sobretensión, relés de protección, disparadores
G	Generadores	Transformadores frecuencia rotativos, baterías, equipos de alimentación, osciladores
H	Equipos de señalización	Aparatos de señalización ópticos y acústicos
K	Relés, contactores	Relés auxiliares, intermitentes y de tiempo: contactores de potencia y auxiliares
L	Inductancias	Bobinas de reactancia



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

M	Motores	
N	Amplificadores, reguladores	Circuitos integrados
P	Aparatos de medida, equipos de prueba	Instrumentos de medida, registradores y contadores, emisores de impulsos, relojes
Q	Aparatos de maniobra para altas intensidades	Interruptores de potencia y de protección, seccionadores, interruptores automáticos, seccionadores bajo carga con fusibles
R	Resistencias	Resistencias, potenciómetros, reóstatos, shunts, resistencias derivación, termistores
S	Interruptores, selectores	Pulsadores, interruptores de posición y mando, selectores rotativos, selectores, ...
T	Transformadores	Transformadores de tensión e intensidad, transmisores
U	Moduladores, convertidores	Discriminadores, convertidores de frecuencia, demoduladores, inversores, variadores, onduladores
V	Válvulas, semiconductores	Válvulas de vacío y descarga en gases, diodos, transistores, tiristores
W	Vías de conducción, guiaondas	Hilos de conexión, cables, guiaondas y acoplamientos, dipolos, antenas parabólicas
X	Bornes, clavijas, enchufes	Clavijas y cajas de enchufe, clavijas de prueba, regletas de bornes y de soldadura
Y	Equipos eléctricos accionados mecánicamente	Frenos, embragues, válvulas
Z	Equipos de compensación, filtros, limitadores	Equipos para limitación de cables, reguladores dinámicos, filtros de cristal



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

MARCADO DE BORNES

La Norma dice "... toda escritura que figure en un documento debe poderse leer en dos orientaciones separadas con un ángulo de 90°, desde los bordes inferior y derecho del documento."

De acuerdo con la última recomendación CEI-IEC el marcado de los bornes se hará con orientación vertical, alineado con los conductores de alimentación de los aparatos. Las referencias que se indican son la que deben figurar en la placa de características o en los bornes del aparato, de modo que a cada aparato se le asignan unas referencias numéricas o alfanuméricas propias.

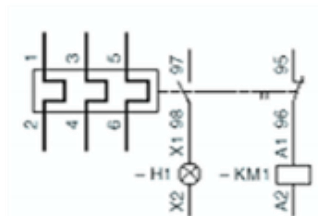
<p>Representación según la última recomendación de las normas IEC</p>	<p>Representación tradicional</p>



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

Marcado Borne	Tipo de contacto	Función
.1 .2	NC	Contacto de apertura (cerrado)
.3 .4	NA	Contacto de cierre (abierto)
.5 .6	NC	Contactos de función especial (temporizado, decalado, de paso, de disparo de relé, ...)
.7 .8	NA	
95 96	NC	Contactos auxiliares de relé térmico de protección.
97 98	NA	

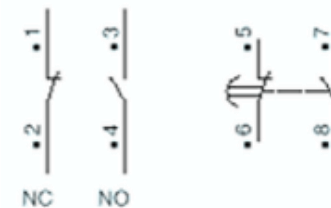
Contactos auxiliares de un relé térmico de protección



Contactador con 4 contactos auxiliares.

Su numeración sería:

- 1^{er} contacto (NC) 11 - 12
- 2^o contacto (NA) 23 - 24
- 3^{er} contacto (temporizado NC) 35 - 36
- 4^o contacto (temporizado NA) 47 - 48



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

Definiciones:

Circuito de potencia: es el que contiene los componentes de alta demanda energética como por ejemplo: el motor. A su vez contiene los elementos de comando como ser: contactores y los elementos de protección como interruptores o guardamotores.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

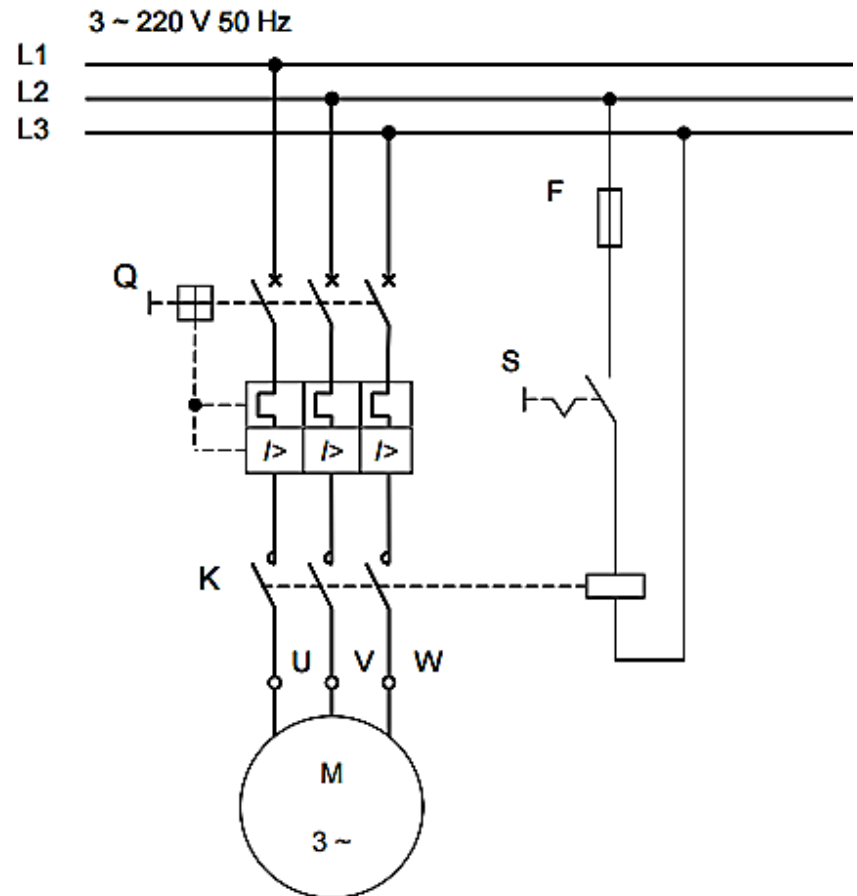
- **Circuito de mando:** es el que contiene los otros componentes (de control y de medida) los cuales demandan un potencia menor al circuito de potencia. En este circuito se incluyen, pulsadores, relés, lámparas indicadoras e instrumentos de medición.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

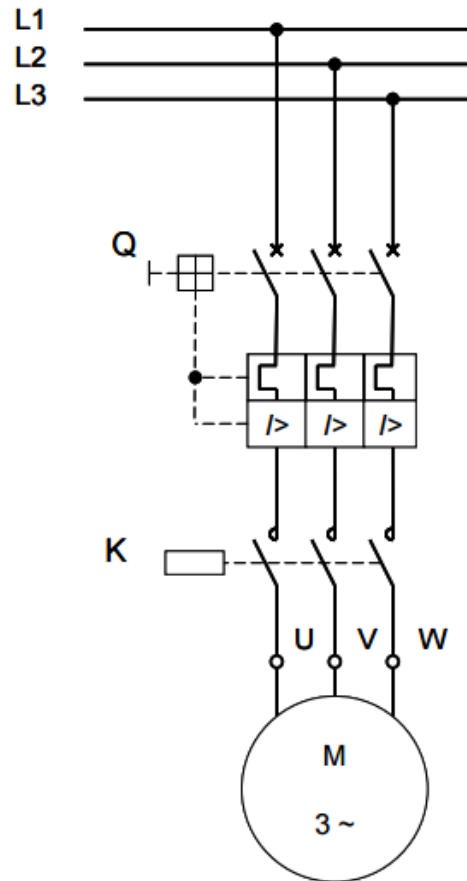
Los esquemas eléctricos pueden ser:

De representación conjunta: en este caso tanto el circuito de mando como el de potencia están en el mismo plano.

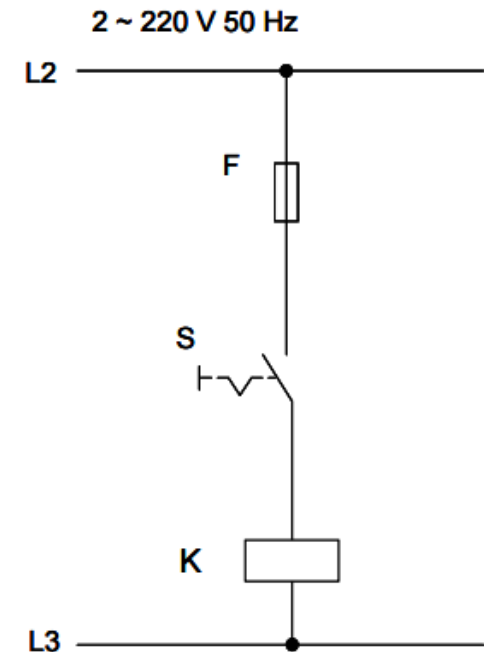


CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- **De representación desarrollada:** en este caso los circuitos de potencia y mando se encuentran representados en forma separada.



Circuito de potencia

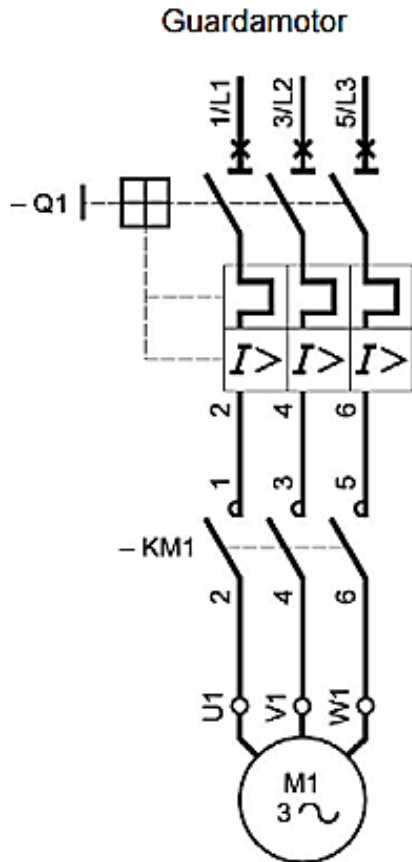


Circuito de mando

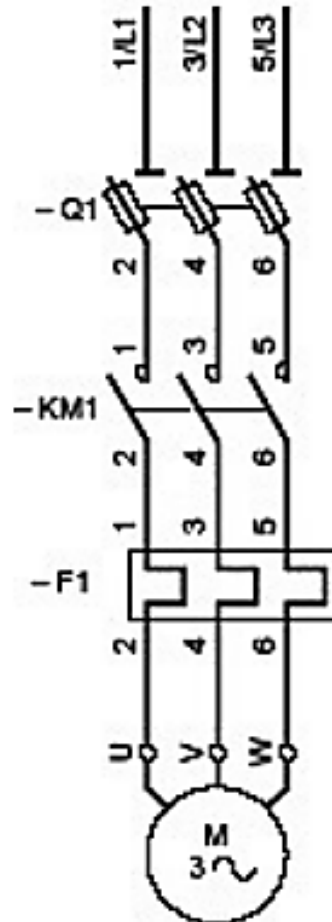


CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

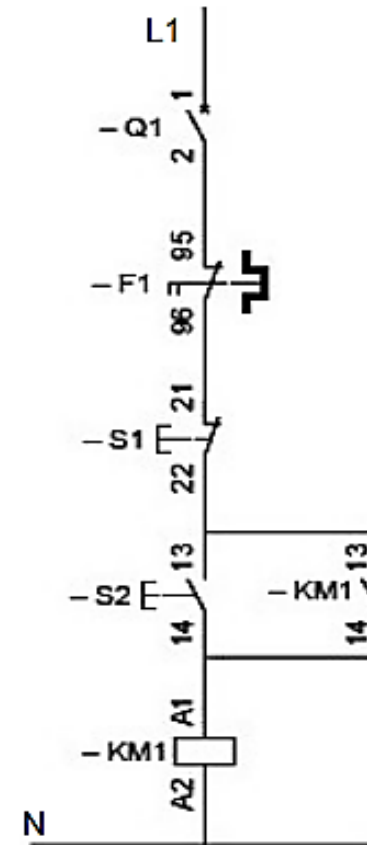
Arranque directo:



Coordinación fusible y relé térmico



Circuito de control (L1-N)



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- **Relés temporizadores:** Los temporizadores son unos relés que cambian sus contactos en función del tiempo. Básicamente son de dos tipos:
- **Temporizador a la conexión:** cuando alimentamos la bobina sus contactos auxiliares, luego de un tiempo programado, pasaran a cambiar su estado. Una vez desconectada la bobina sus contactos auxiliares vuelven a su estado de reposo.



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

Simbología temporizador a la conexión:

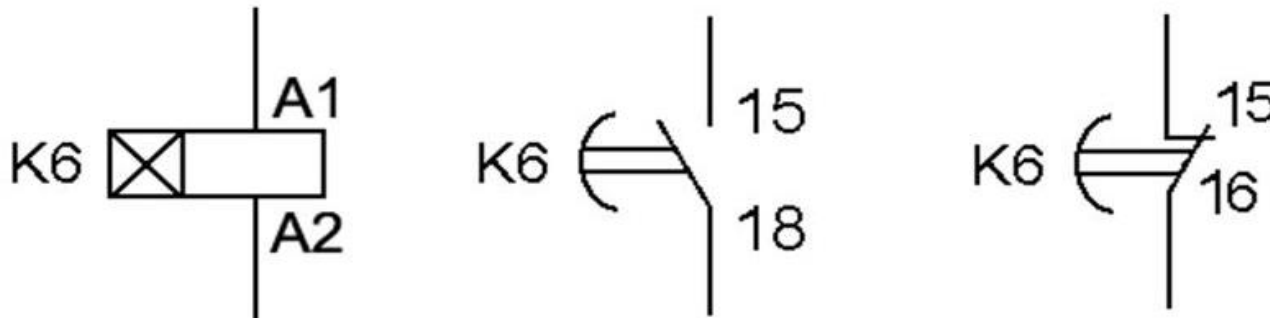
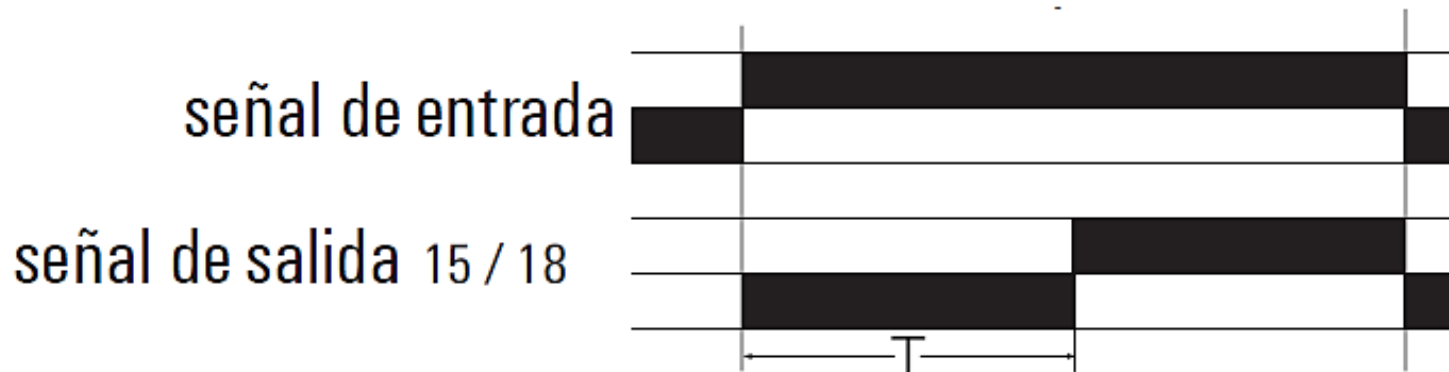


Diagrama de funcionamiento (espacio-fase)



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- **Temporizador a la desconexión:** en este caso al alimentar la bobina sus contactos auxiliares cambian de estado inmediatamente, pero al desconectar la bobina los contactos auxiliares, luego de un tiempo programado, vuelven a su estado de reposo.
- **También podemos encontrar relés temporizadores con las funciones combinadas anteriormente.**



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

Simbología temporizador a la conexión:

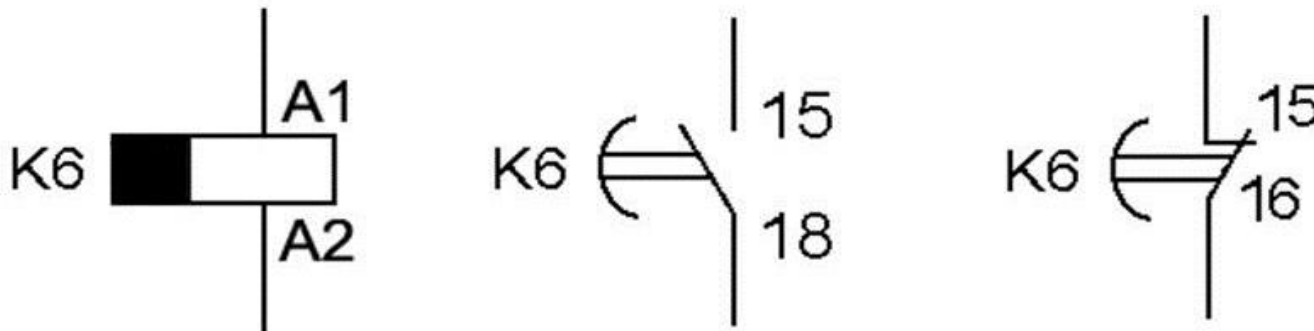
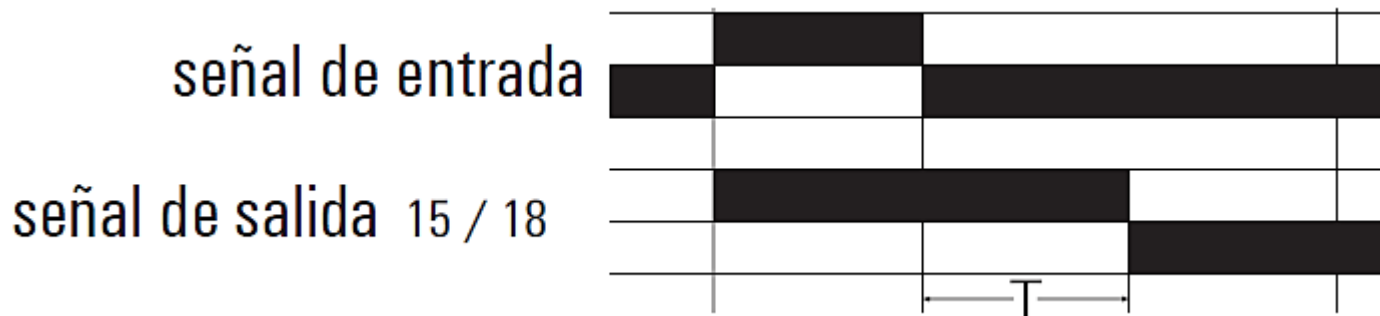
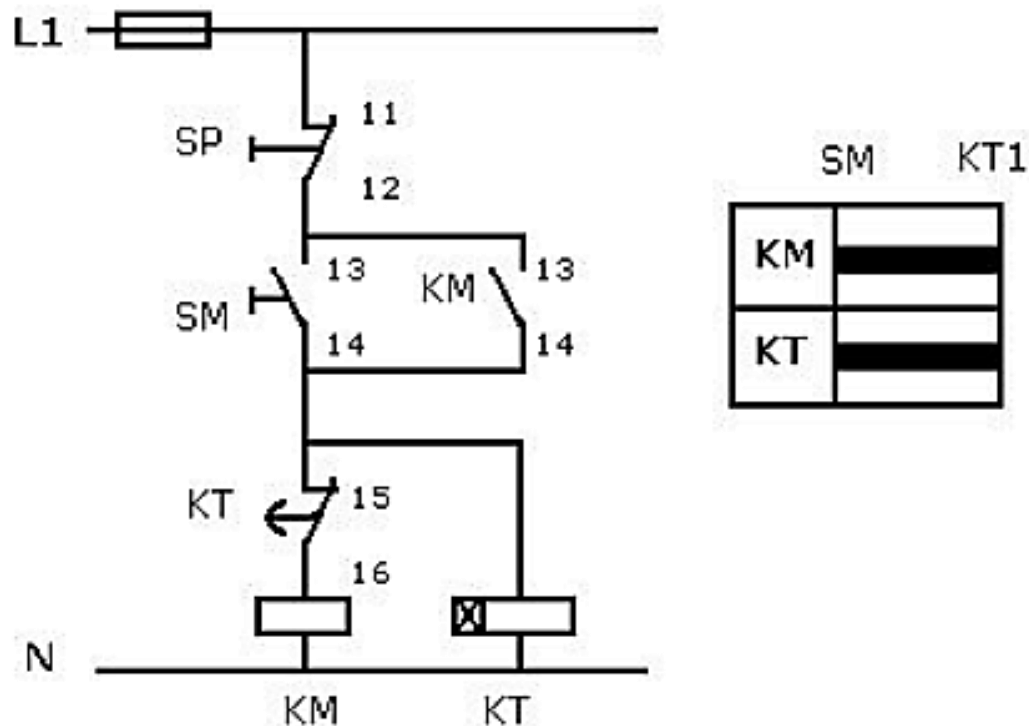


Diagrama de funcionamiento (espacio-fase)



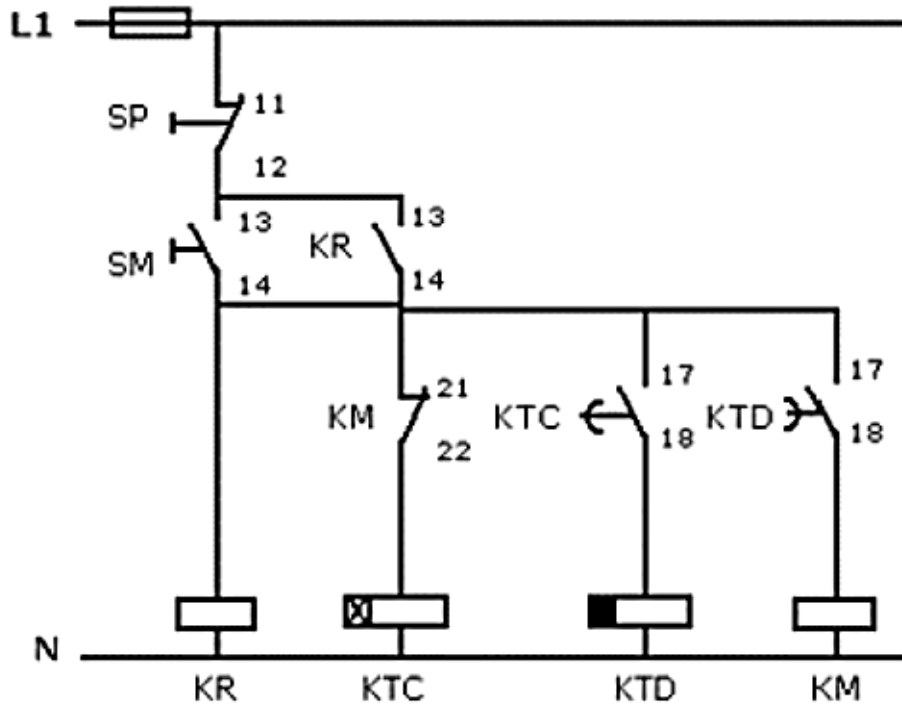
CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- Ejemplos de esquemas con temporizadores:
- Desconexión del contactor al cabo de un tiempo al accionar SM



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

- Conexión y desconexión intermitente de KM al accionar SM.



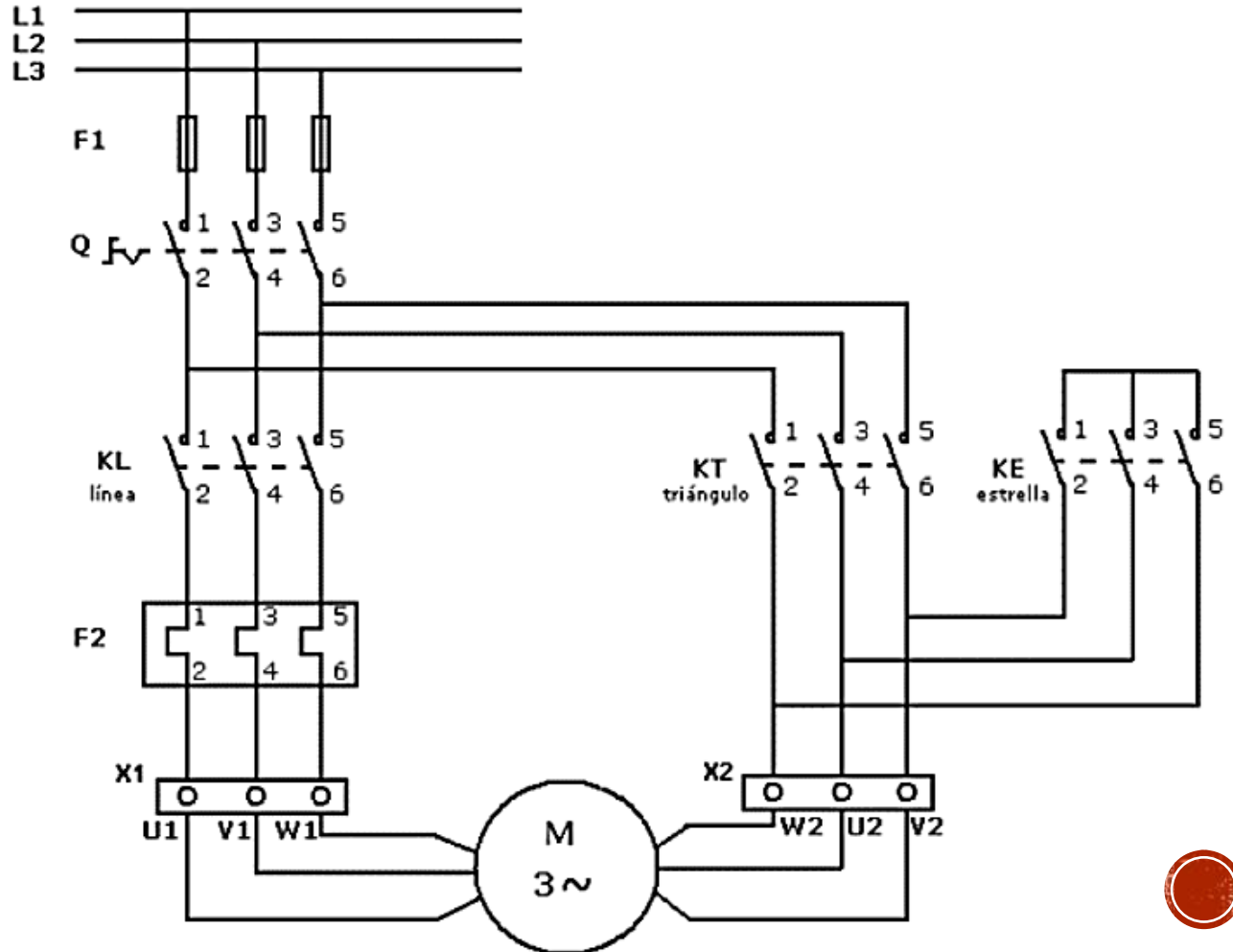
	SM	KTC	KTD	KTC	KTD
KR					
KTC		█		█	
KTD			█		█
KM			█		█

KTC
KTD



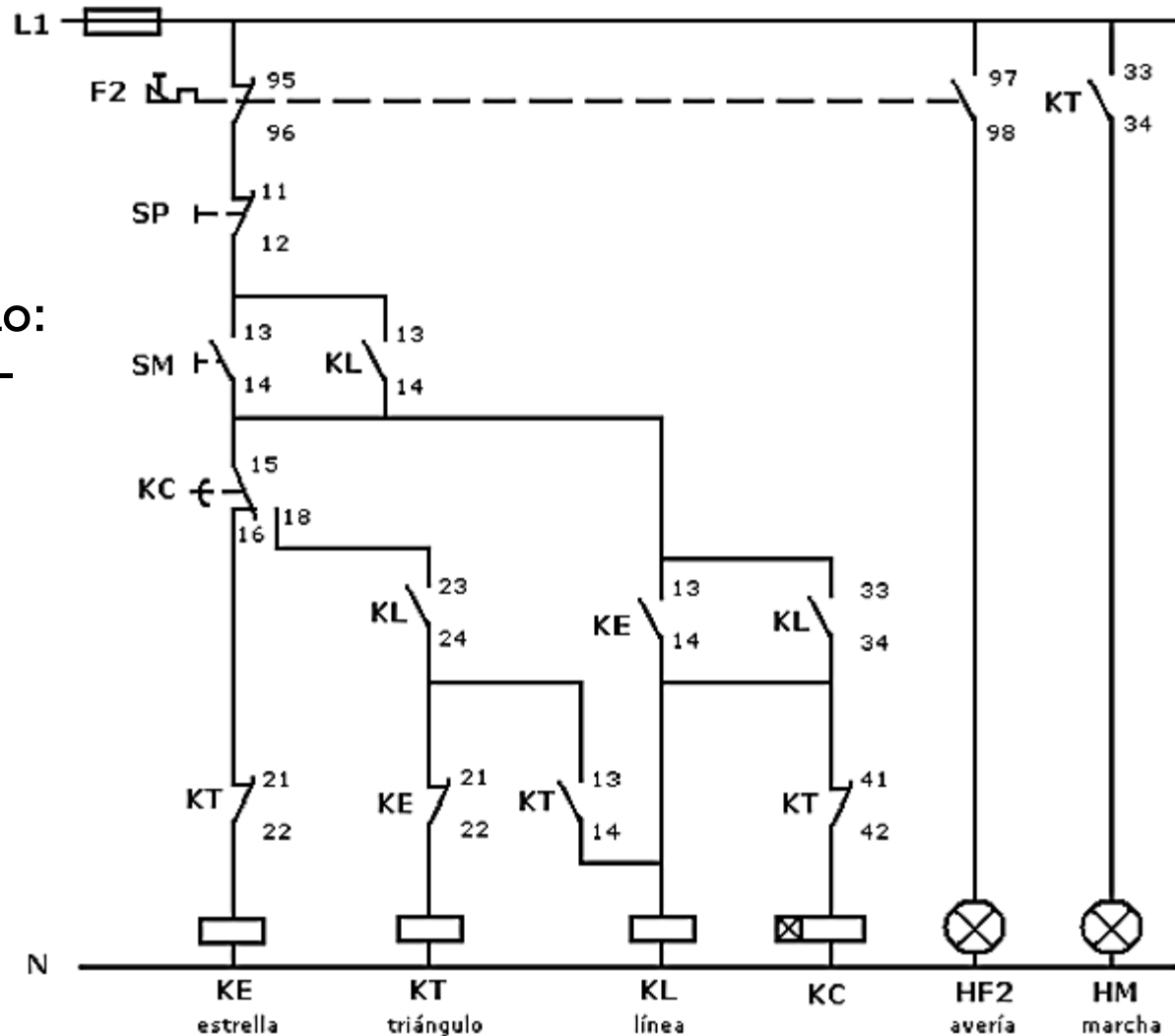
CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

Arranque estrella triángulo: circuito de potencia



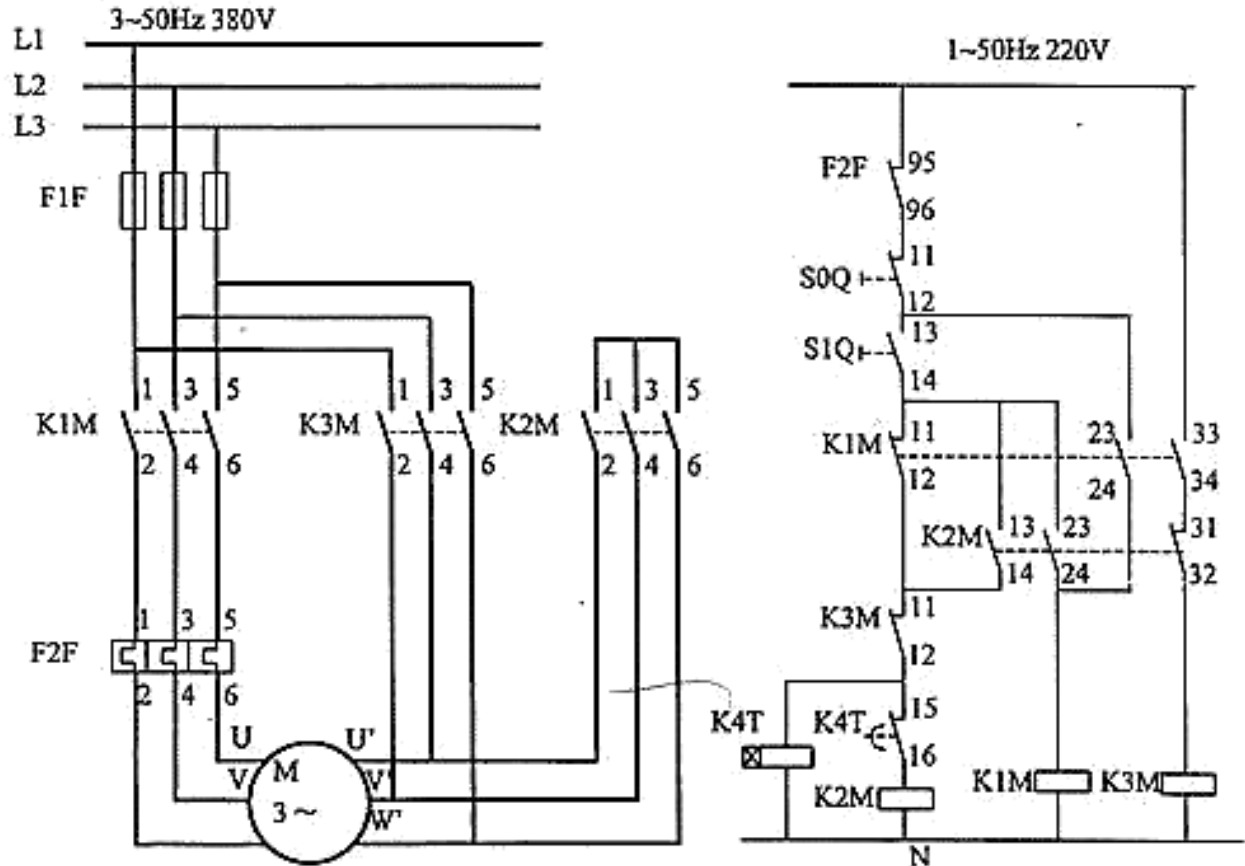
CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION



Circuito de mando: arranque estrella-triángulo



CIRCUITOS DE MANDO Y PROTECCION

Otra alternativa



-  Sistema de tracción con retardo magnético en la conexión
-  Sistema de tracción con retardo magnético en la desconexión



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Bibliografía y material audiovisual:

- Jesus Fraile Mora. Maquinas Eléctricas. 5ta edición 2003
- <https://www.youtube.com/watch?v=rLu28OvleSw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=2eaC2Vo36dk>

